

Marek POZZI, Edward CEMPIEL, Tadeusz MZYK
Instytut Geologii Stosowanej
Politechnika Śląska

WYNIKI MONITORINGU HYDROGEOLOGICZNEGO GŁÓWNEJ KLUCZOWEJ SZTOLNI DZIEDZICZNEJ W ZABRZU W OKRESIE 2010-2012

Streszczenie. Osłonowy monitoring hydrologiczny i hydrogeologiczny, obejmujący pomiary położenia zwierciadła wody podziemnej w piezometrach, natężenia przepływu wody rzeki Bytomki, natężenia przepływu wody w wyrobisku sztolni oraz stanu wody w zbiornikach wodnych powierzchniowych, dla rewitalizowanej Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej w Zabrze jest prowadzony dla rozpoznania stanu zawodnienia powierzchni terenu i górotworu w otoczeniu sztolni dla wypracowania i wdrożenia metod jej zabezpieczenia przed zagrożeniem wodnym.

Wpływ na kształtowanie się zwierciadła wody miały opady atmosferyczne i czynniki antropogeniczne (drenaż górniczy). W okresie wzmożonych opadów atmosferycznych, jakie wystąpiły w maju 2010 roku, nie zauważono zdecydowanie podwyższonych stanów wody w piezometrach, natomiast obserwowano zwiększenie natężenia przepływu wody i podwyższenie stanu wody w Bytomce oraz zwiększenie natężenia przepływu w wyrobisku sztolni.

Na podstawie analizy wyników pomiarów uzyskanych w ramach realizowanego monitoringu hydrogeologicznego sztolni zaproponowano prowadzenie dalszych pomiarów ze zmniejszoną częstotliwością.

RESULTS OF HYDROGEOLOGICAL MONITORING OF GŁÓWNA KLUCZOWA SZTOLNIA DZIEDZICZNA IN ZABRZE IN YEARS 2010- 2012

Summary. Protective hydrological and hydrogeological monitoring of revitalized Główna Kluczowa Sztolnia Dziedziczna in Zabrze (main drainage adit) is conducted in order to recognition of inflow of ground surface and formation close the adit. The aim of the work is to develop and implement the method of revitalized adit protection against future water risk. Based on the analysis of monitoring measurements results is proposed the conduct further measurement with a reduced frequency.

1. Wstęp

Monitoring osłonowy hydrologiczny i hydrogeologiczny dla rewitalizowanej Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej w Zabrze jest prowadzony w ramach projektu pn.: Europejski Ośrodek Kultury Technicznej i Turystyki Przemysłowej.

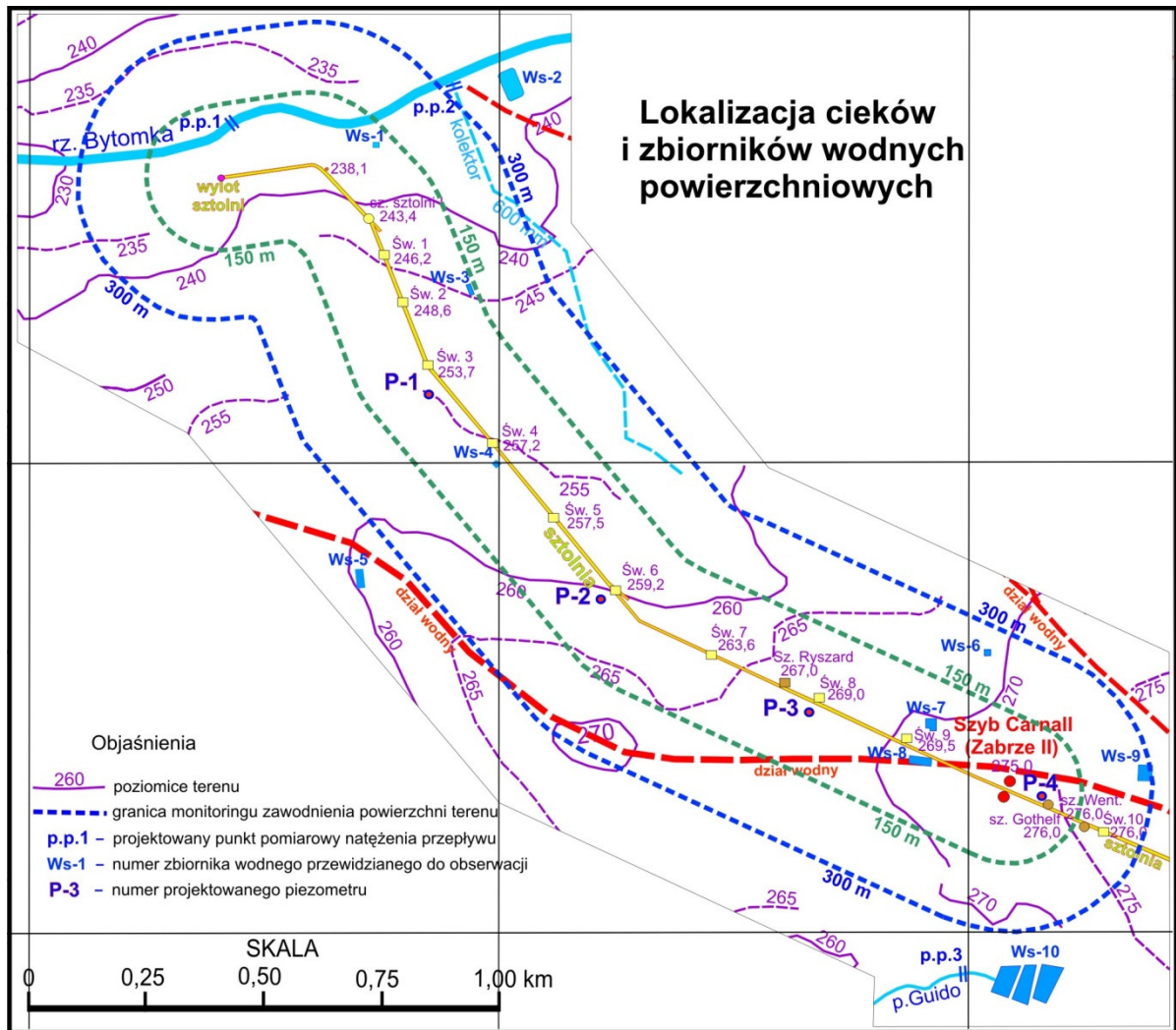
Główna Kluczowa Sztolnia Dziedziczna funkcjonowała jako wyrobisko drenujące wody podziemne dla potrzeb prowadzonej eksploatacji węgla. Na obecnym etapie projektowania, rewitalizacji i użytkowania sztolni jako obiektu turystycznego jest istotne rozpoznanie stanu zawodnienia powierzchni terenu i górotworu w otoczeniu sztolni (odwadnianego przez wyrobiska górnicze byłej kopalni „Zabrze”) dla wypracowania i wdrożenia metod jej zabezpieczenia przed zagrożeniem wodnym. Dotychczasowe rozpoznanie warunków wodnych w rejonie rewitalizowanej sztolni jest niewystarczające dla oceny kształtowania się zmian zawodnienia w roku hydrologicznym.

Monitoring hydrogeologiczny sztolni, dalej nazywany skrótowo monitoringiem, obejmował pomiary położenia zwierciadła wody podziemnej w piezometrach, natężenia przepływu wody rzeki Bytomki, natężenia przepływu wody w wyrobisku sztolni oraz stanu wody w powierzchniowych zbiornikach wodnych. Były one prowadzone przez okres 2 lat. Zakres, sposób i częstotliwość prowadzonych pomiarów była zgodna z założeniami przedstawionymi w projekcie monitoringu hydrogeologicznego sztolni [4].

2. Zakres monitoringu

Ostonowy monitoring hydrogeologiczny sztolni obejmował pomiary prowadzone od marca 2010 roku do czerwca 2012 roku w zakresie:

- położenia zwierciadła wody podziemnej w piezometrach P.1/1, P.2/1, P.2/2 P.3/2 i P.4/2 i studni S-1, zlokalizowanych w sąsiedztwie wyrobiska sztolni i wzdłuż tego wyrobiska (rys. 1), a na powierzchni terenu wzdłuż ul. Wolności w Zabrze (z częstotliwością 2 razy w miesiącu),
- natężenia przepływu wody i stanu wody rzeki Bytomki w punkcie pomiarowym p.p.1, zlokalizowanym na moście przy ul. Jagiellońskiej w Zabrze (raz na miesiąc),
- natężenia przepływu wody w wyrobisku sztolni w punkcie pomiarowym p.p.1 przy szybie Carnall oraz w punkcie pomiarowym p.p.2 przy ujściu sztolni (raz na kwartał),
- stanu wody w powierzchniowych zbiornikach wodnych Ws 1, Ws 2, Ws 3, Ws 4 i Ws 5, które są usytuowane w pobliżu linii przebiegu sztolni (raz na kwartał),
- jakości wód podziemnych w piezometrach i w sztolni oraz wód powierzchniowych rzeki Bytomki (raz na półrocze).



Rys. 1. Lokalizacja cieków i powierzchniowych zbiorników w otoczeniu sztolni [4]

Fig. 1. Location of watercourses and surface water reservoirs near the adit [4]

Piezometry P.1/1 i P.2/1 udostępniają czwartorzędowy poziom wodonośny, a pozostałe piezometry i studnia S-1 odsłaniają karboński poziom wodonośny. Punkt pomiarowy natężenia przepływu wody w rzece Bytomce jest usytuowany w pobliżu wylotu sztolni. Punkty pomiarowe natężenia przepływu wody w wyrobisku sztolni są położone na końcowych odcinkach tego wyrobiska: na północy przy wylocie sztolni, a na południu przy szybie Carnall. Powierzchniowe zbiorniki wodne, które są usytuowane wzdłuż linii przebiegu sztolni to sztuczne zbiorniki przemysłowe przy Straży Pożarnej (Ws-1), byłej kopalni „Zabrze” przy szybie Carnall (Ws 3), Elektrociepłowni Zabrze (Ws 4 i Ws 5) oraz wypełniona wodą betonowa płyta fundamentowa rozebranego budynku (Ws 2).

3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

W budowie geologicznej obszaru biorą udział utwory czwartorzędu i karbonu. Główna Kluczowa Sztolnia Dziedziczna została wydrążona na głębokości od kilku do ponad 40 m poniżej powierzchni terenu. Na północnym, płytkim odcinku sztolnia przebiega wśród utworów czwartorzędowych (piasków, żwirów i glin), natomiast w części południowej w obrębie utworów karbonu (głównie piaskowce i mułowce warstw rudzkich i siodłowych) [1].

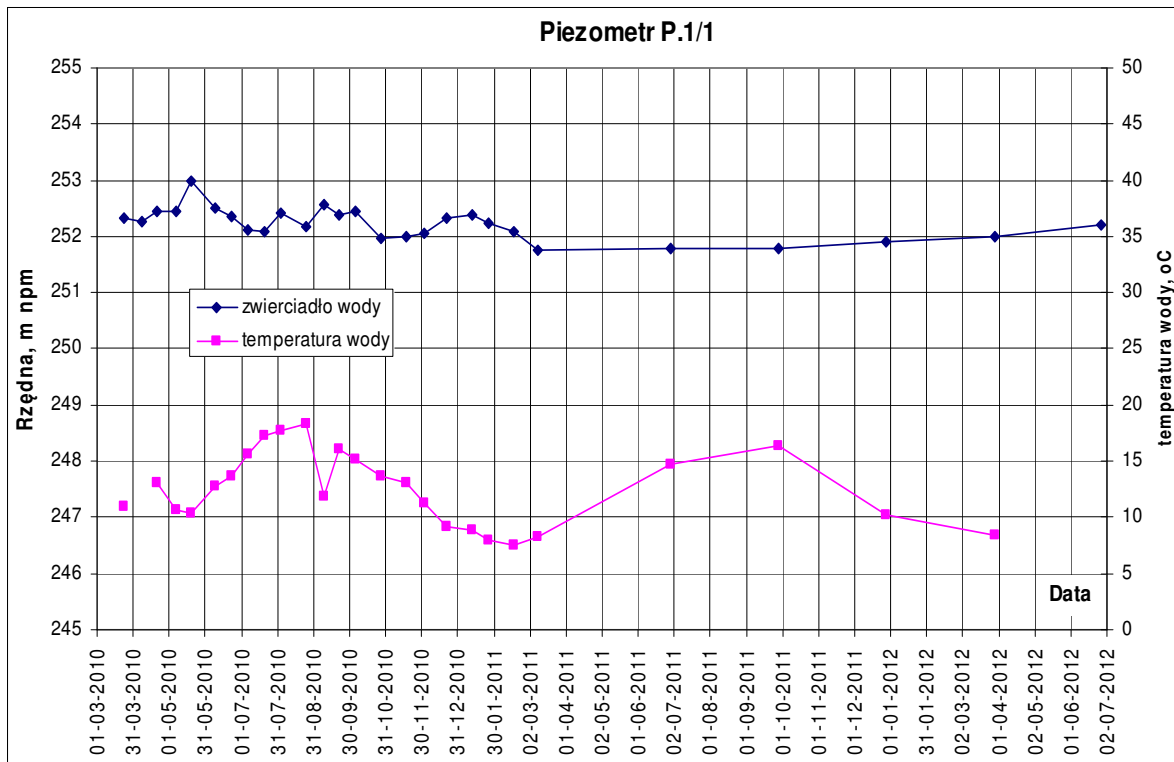
W obrębie utworów czwartorzędowych pierwotnie występowały jeden lub dwa poziomy wodonośne. Górny poziom wodonośny o swobodnym zwierciadle obejmował przypowierzchniowe warstwy piaszczyste. Dolny poziom wodonośny z wodami naporowymi występował pod warstwą glin i zalegał na stropie utworów karbońskich, pozostając w łączności hydraulicznej z karbonem w miejscach pozbawionych warstw izolacyjnych w podłożu.

Czwartorzędowe poziomy wodonośne oraz występujące poniżej warstwy wodonośne karbonu (zwietrzelina i piaskowce karbońskie) zostały zdrenowane w wyniku długoletniego oddziaływania robót górniczych i obecnie utrzymują się tylko lokalnie, w miejscach gdzie w podłożu zalega ciągła seria osadów nieprzepuszczalnych. Wody występujące w warstwach czwartorzędu i karbonu mają charakter wód zawieszonych, które są intensywnie drenowane przez wyrobiska górnicze wykonane w utworach karbonu.

4. Analiza wyników pomiarów

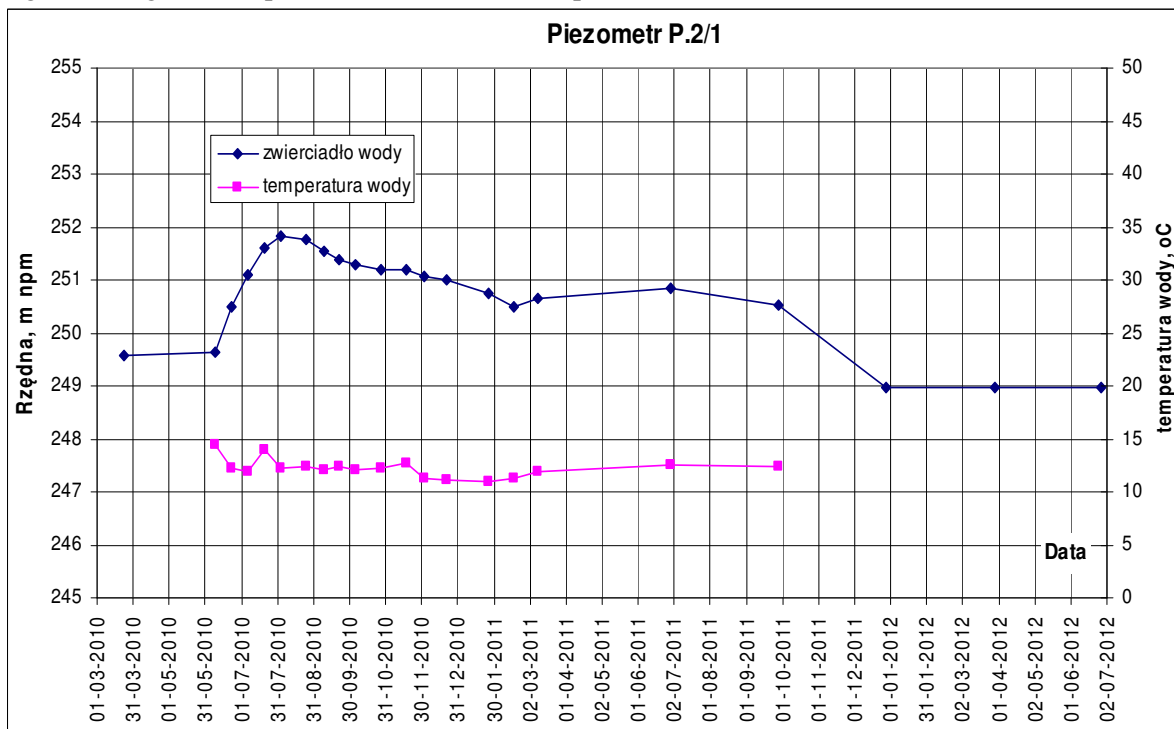
Kształtowanie się stanów wody w piezometrach w okresie objętym pomiarami zobrazowano na wykresach zamieszczonych na rys. 2-7.

Zwierciadło wody w piezometrze P.1.1 wahało się w niewielkim zakresie nieprzekraczającym 1,0 m. W piezometrach P.2/1 i P.2/2 w okresie do lipca 2010 roku postępowała stopniowa stabilizacja zwierciadła wody, natomiast w okresie późniejszym wahania są niewielkie. W piezometrach karbońskich P.3/2 i P.4/2 można zauważyć dość znaczne wahania zwierciadła wody z okresowym obniżaniem się zwierciadła poniżej dna otworów (brak wody). W piezometrze karbońskim P.4/2 stwierdzono wahania zwierciadła wody dochodzące do 16 m, związane niewątpliwie z oddziaływaniem drenażu górniczego kopalni Bielszowice [2, 3].



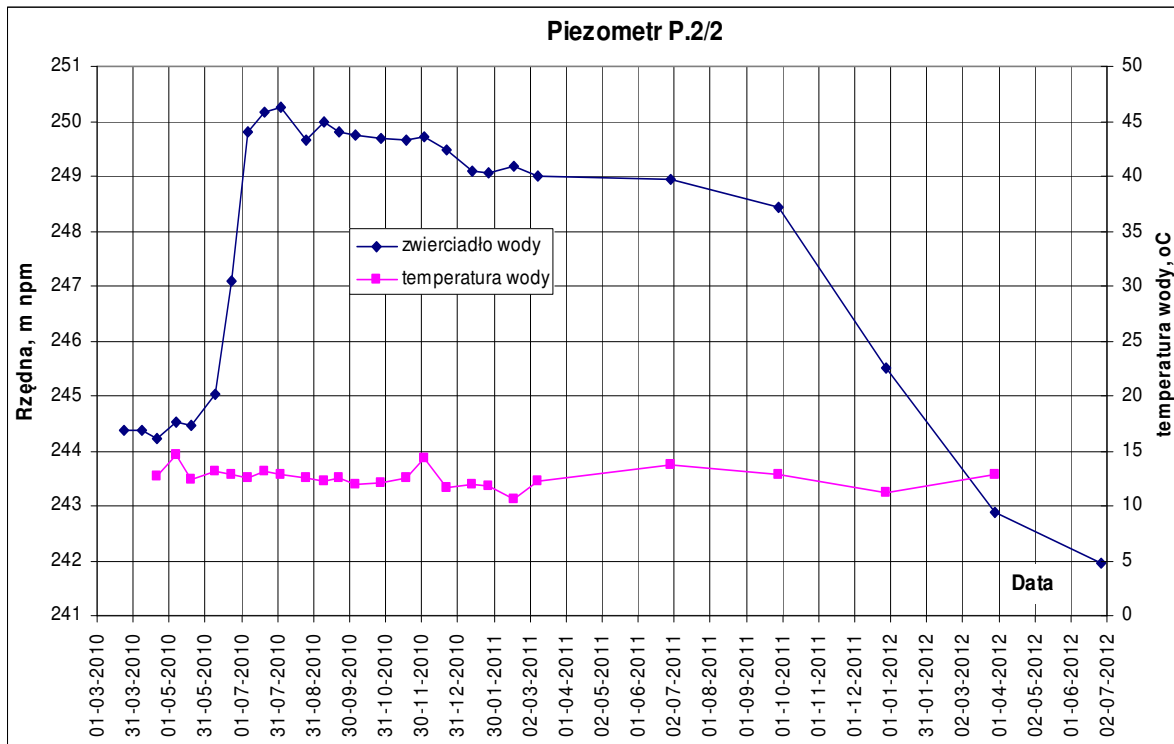
Rys. 2. Zmiany położenia zwierciadła wody w piezometrze P.1/1

Fig. 2. Changes in the position of water table in piezometer P. 1/1



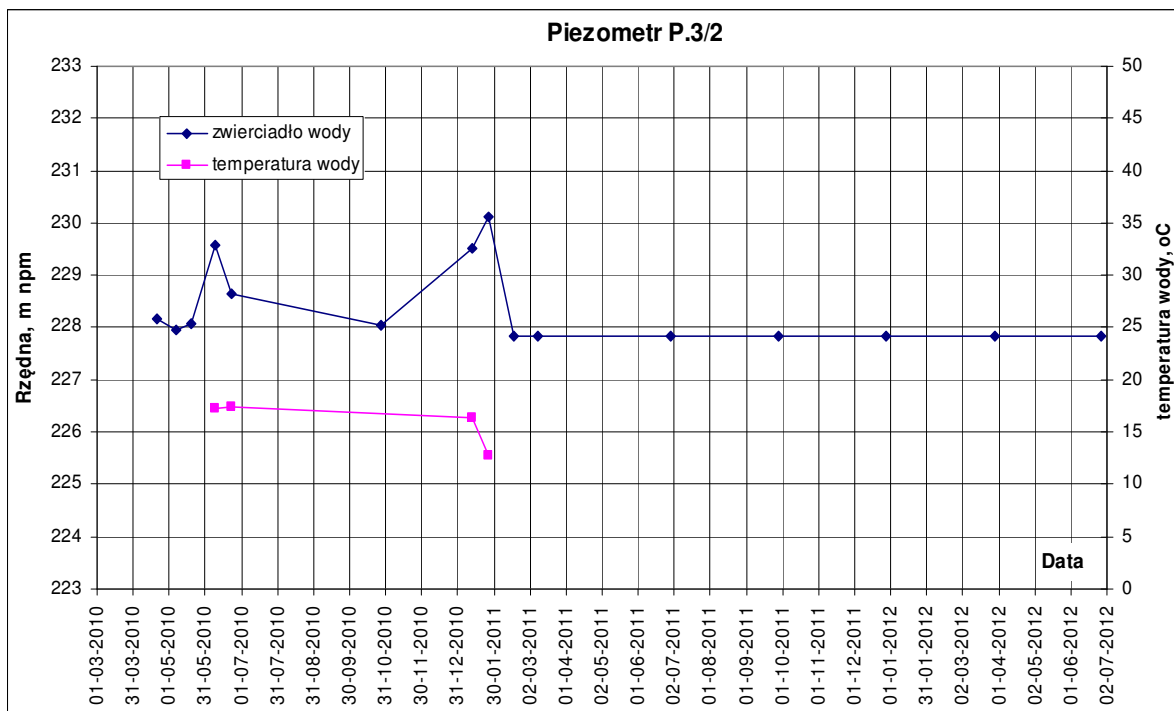
Rys. 3. Zmiany położenia zwierciadła wody w piezometrze P.2/1

Fig. 3. Changes in the position of water table in piezometer P. 2/1



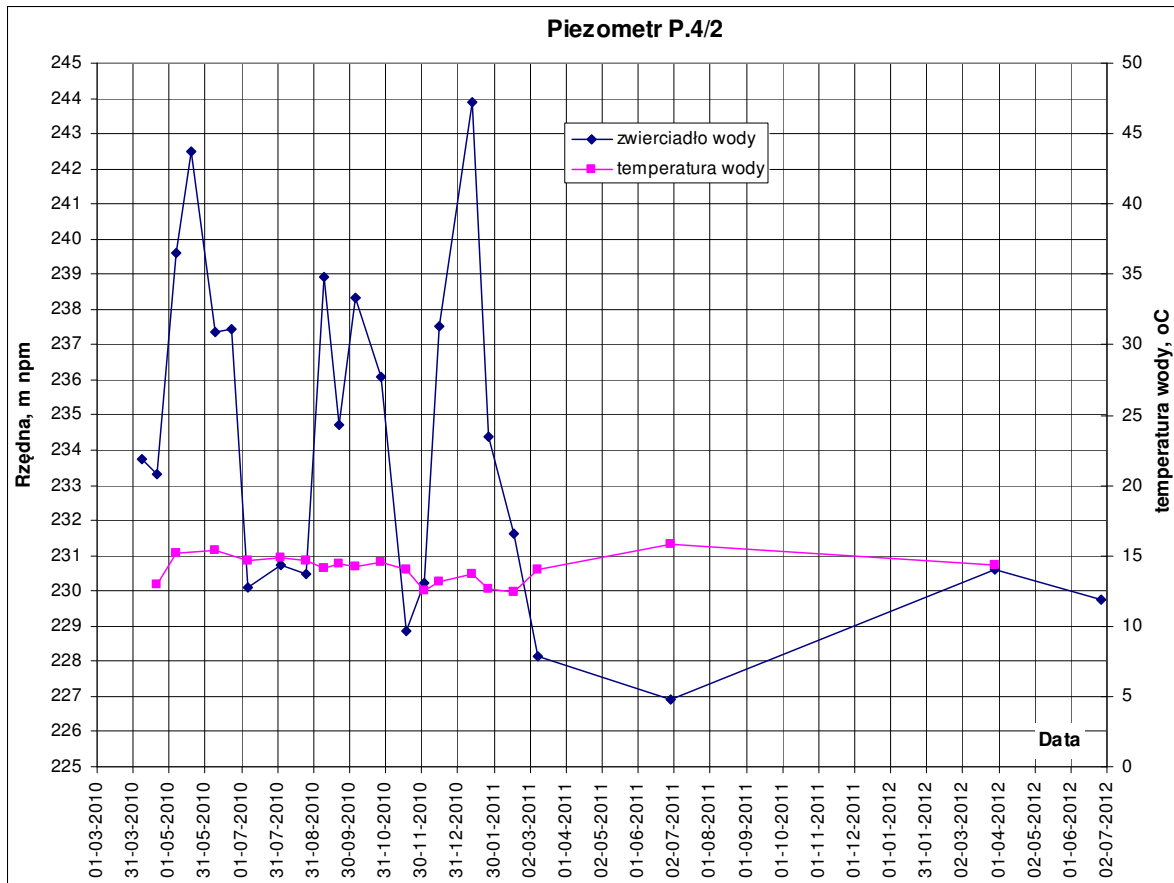
Rys. 4. Zmiany położenia zwierciadła wody w piezometrze P.2/2

Fig. 4. Changes in the position of water table in piezometer P. 2/2

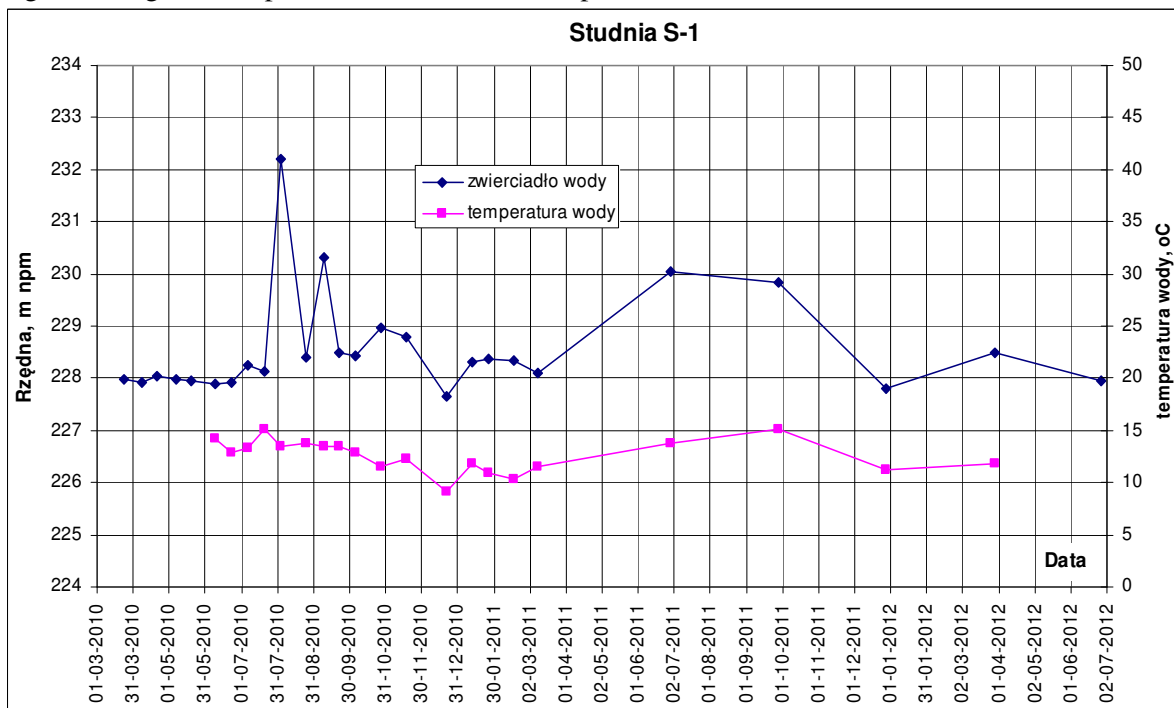


Rys. 5. Zmiany położenia zwierciadła wody w piezometrze P.3/2

Fig. 5. Changes in the position of water table in piezometer P. 3/2



Rys. 6. Zmiany położenia zwierciadła wody w piezometrze P.4/2
 Fig. 6. Changes in the position of water table in piezometer P. 4/2



Rys. 7. Zmiany położenia zwierciadła wody w studni S-1
 Fig. 7. Changes in the position of water table in S-1 well

Wpływ na kształtowanie się zwierciadła wody miały opady atmosferyczne i czynniki antropogeniczne (drenaż górniczy). W okresie wzmożonych opadów atmosferycznych, jakie wystąpiły w maju 2010 roku, nie zauważono zdecydowanie podwyższonych stanów wody w piezometrach.

W okresie objętym pomiarami zmiany natężenia przepływu wody w rzece Bytomce i w wyrobisku sztolni przy szybie Carnall są dość duże, natomiast stosunkowo niewielkie w wyrobisku sztolni przy ujściu. Natężenie przepływu wody w rzece Bytomce wahało się w granicach od 1,98 do 18,2 m³/s, natomiast natężenie przepływu wody w wyrobisku sztolni w granicach od 1,16·10⁻⁵ do 5,44·10⁻⁵ m³/s przy szybie Carnall i od 2,1·10⁻⁵ do 4,1·10⁻⁴ m³/s przy ujściu sztolni. W okresie wzmożonych opadów atmosferycznych, jakie wystąpiły w maju 2010 roku zauważono zwiększenie natężenia przepływu wody i podwyższenie stanu wody w Bytomce oraz zwiększenie natężenia przepływu w wyrobisku sztolni przy szybie Carnall. Nie stwierdzono jednak istotnych zmian przepływów wody w wyrobisku przy ujściu sztolni (uwzględniając fakt trudności w uzyskaniu precyzyjnych wyników pomiarów w stosowanej metodzie pomiarowej).

Badania składu chemicznego wody zostały przeprowadzone dwukrotnie: pierwszego opróbowania dokonano w okresie od marca do kwietnia 2010 r., a drugiego w dniu 17. listopada 2010 r. (tab.1).

Tabela 1

Wyniki analiz chemicznych wody

Piezometr nr	Data	Twardość °n			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
		ogólna	węgl.	nie węgl.							
P 1/1					mg/dm ³						
	04.03.2010	7,21	4,06	3,16	47,293	2,621	23,634	20,592	74,608	33,602	9,35
	17.11.2010	7,15	3,94	3,21	52,914	3,181	25,626	31,574	79,292	39,835	8,72
	Zawartość metali ciężkich				Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	Ni	Hg
	04.03.2010				< 0,005	< 0,01	0,0057	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,001
	17.11.2010				< 0,005	0,042	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Piezometr nr	Data	Twardość °n			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
		ogólna	węgl.	nie węgl.							
P 1/2					mg/dm ³						
	04.03.2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.11.2010	40,18	27,54	12,64	202,313	32,427	71,945	50,287	317,047	482,119	7,09
	Zawartość metali ciężkich				Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	Ni	Hg
	04.03.2010				-	-	-	-	-	-	-
	17.11.2010				< 0,005	0,042	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005

„-” brak pomiaru w terminie 21.04.2010

cd. tabeli 1

Piezometr nr	Data	Twardość °n			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
		ogólna	węgl.	nie węgl.							
P 2/2					mg/dm ³						
	21.04.2010	80,5	32,1	48,72	511,063	39,621	43,139	66,794	819,025	699,009	6,70
	17.11.2010	74,38	30,93	43,45	497,372	36,284	39,513	63,892	774,267	649,655	6,93
	Zawartość metali ciężkich				Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	Ni	Hg
	21.04.2010				< 0,005	0,25	0,0057	< 0,001	< 0,005	0,010	< 0,001
17.11.2010				< 0,005	0,326	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,009	< 0,005	

Piezometr nr	Data	Twardość °n			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
		ogólna	węgl.	nie węgl.							
P 4/2					mg/dm ³						
	21.04.2010	12,9	6,16	6,78	63,724	17,506	32,218	26,944	124,029	134,018	6,40
	17.11.2010	13,52	6,49	7,03	65,482	18,374	34,267	31,052	137,520	162,191	6,67
	Zawartość metali ciężkich				Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	Ni	Hg
	21.04.2010				< 0,005	0,31	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,013	< 0,001
17.11.2010				< 0,005	0,26	< 0,005	< 0,001	0,001	0,020	< 0,005	

Punkt pomiarowy	Data	Twardość °n			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
		ogólna	węgl.	nie węgl.							
Szyb Carnall					mg/dm ³						
	21.04.2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.11.2010	27,68	13,49	14,19	126,848	38,5242	42,19	53,877	239,181	253,846	6,59
	Zawartość metali ciężkich				Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	Ni	Hg
	21.04.2010				-	-	-	-	-	-	-
17.11.2010				< 0,005	0,021	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,011	< 0,005	

„-” brak pomiaru w terminie 21.04.2010

Punkt pomiarowy	Data	Twardość °n			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
		ogólna	węgl.	nie węgl.							
sztolnia – wylot przy ul. Wolności					mg/dm ³						
	21.04.2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.11.2010	7,15	3,94	3,21	52,916	3,183	25,623	31,575	79,298	39,835	8,72
	Zawartość metali ciężkich				Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	Ni	Hg
	21.04.2010				-	-	-	-	-	-	-
17.11.2010				< 0,005	0,041	< 0,005	< 0,001	0,013	0,009	< 0,005	

„-” brak pomiaru w terminie 21.04.2010

Punkt pomiarowy	Data	Twardość °n			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH
		ogólna	węgl.	nie węgl.							
rzeka Bytomka					mg/dm ³						
	21.04.2010	66,9	24,11	42,83	240,509	144,632	1255,095	1719,078	915,012	525,079	7,40
	17.11.2010	73,26	31,75	41,51	277,428	152,649	1318,245	2094,263	894,561	552,912	7,16
	Zawartość metali ciężkich				Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	Ni	Hg
	21.04.2010				< 0,005	0,058	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,0075	< 0,001
17.11.2010				< 0,005	0,067	< 0,005	< 0,001	0,007	0,006	< 0,005	

Zawartości poszczególnych jonów w próbkach wody pobranych wiosną 2010 r. nie odbiegają zasadniczo od wartości tych parametrów wykazanych w analizach chemicznych próbek pobranych w listopadzie tego roku.

Na podstawie analizy wyników pomiarów uzyskanych w ramach realizowanego monitoringu hydrogeologicznego sztolni zaproponowano prowadzenie dalszych pomiarów ze zmniejszoną częstotliwością:

- pomiary zwierciadła wody we wszystkich dotychczas obserwowanych piezometrach i w studni oraz pomiary natężenia przepływu wody w rzece Bytomce i w wyrobisku sztolni z częstotliwością 1 raz na kwartał,
- analizy chemiczne wody z piezometrów i studni oraz wody ze sztolni pobranej w punktach pomiaru przepływu, z częstotliwością 1 raz na rok,
- prowadzone dotychczas pomiary stanu wody w zbiornikach powierzchniowych ograniczone tylko do stwierdzenia faktu istnienia tych zbiorników czy ich likwidacji z częstotliwością pozyskiwania informacji 1 raz na rok.

Wyniki pomiarów realizowanych w latach 2011/2012 potwierdziły słuszność proponowanych zmian (rys. 2-7).

5. Wnioski końcowe

Na podstawie dotychczasowych obserwacji wód podziemnych można stwierdzić, że zmiany położenia zwierciadła były niewielkie (1-2 m), z wyjątkiem piezometru P.4/2, w którym znaczne wahania położenia zwierciadła wiążą się z funkcjonowaniem drenażu górniczego (szybki wzrost położenia zwierciadła po opadach atmosferycznych oraz jego szybki spadek na skutek odwadniania ośrodka szczelinowego). Pomimo dużych zmian położenia zwierciadła obserwuje się ustaloną amplitudę tych wahań.

Proponowany zakres i częstotliwość pomiarów w ramach osłonowego monitoringu hydrogeologicznego sztolni obowiązuje od II kwartału 2011 r. do chwili oddania obiektu do eksploatacji. Od tego momentu powinien być wdrożony monitoring operacyjny, dla którego należy na nowo ustalić metodykę i zakres pomiarów hydrogeologicznych.

Dalsze prowadzenie osłonowego monitoringu hydrogeologicznego sztolni jest uzasadnione względami bezpieczeństwa i ma szczególnie istotne znaczenie w okresie eksploatacji obiektu. W ramach prowadzonych obecnie prac adaptacyjnych obiektu należy mieć na uwadze konieczność przystosowania sieci monitoringu hydrogeologicznego, co

najmniej w istniejącym obecnie zakresie, do funkcjonowania w warunkach eksploatacji sztolni jako obiektu turystycznego.

BIBLIOGRAFIA

1. Cempiel E.: Ocena warunków hydrogeologicznych dla rewitalizacji Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej w ramach projektu: Europejski Ośrodek Kultury Technicznej i Turystyki Przemysłowej w Zabrze, Glińce 2009 (niepublikowane).
2. Rogoż M. (red.): Poradnik hydrogeologa w kopalni węgla kamiennego. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1987.
3. Sztelak J.: Hydrogeologia górnicza i sposoby zwalczania zagrożeń wodnych w kopalniach podziemnych. Wyd. Politechniki Śląskiej. Glińce 1998.
4. Cempiel E., Brzezina K.: Projekt systemu monitoringu hydrogeologicznego wraz z jego wykonaniem i wdrożeniem. W zadaniu nr 1: Wykonanie dokumentacji projektowej związanej z udroźnieniem, zabezpieczeniem i adaptacją części podziemnej przedsięwzięcia, tj. Głównej Kluczowej Sztolni Dziedzicznej, szybu Carnall wraz z podszybiem oraz wyrobisk łącznikowych do potrzeb ruchu turystycznego oraz przeprowadzenie niezbędnych prac przygotowawczych. Zabrzeńskie Towarzystwo Techniczne Spółka z o.o., Zabrze 2010.

Abstract

Protective hydrological and hydrogeological monitoring of revitalized Główna Kluczowa Sztolnia Dziedziczna in Zabrze (main drainage adit) includes measurements of the position of underground water table in piezometers, measurements of Bytomka River water flow, measurements of water flow in adit excavation and status of water in surface reservoirs.

This monitoring is conducted in order to recognition of inflow of ground surface and formation close the adit. The aim of the work is to develop and implement the method of revitalized adit protection against future water risks.

Atmospheric precipitation and anthropogenic factors (mine drainage had an influence on the water table formation). In the period of increased atmospheric precipitation, which were in May 2010, significantly increased status of water in piezometers were not observed, while

increase water flow, increase of water status in Bytomka river and increase of water flow in adit excavation were observed.

Based on the analysis of monitoring measurements results is proposed the conduct further measurement with a reduced frequency.